

Essência papelreira de reflorestamento

II - O *Pinus caribae* (variedade *hondurensis*) introduzido na Amazônia (*)

Antonio de Azevedo Correa (**)
Cláudio Nazareno Reis Luz (**)

Resumo

Uma amostra de *Pinus caribae* var. *hondurensis* introduzida na Amazônia foi estudada sob o ponto de vista de celulose e papel. Inicialmente mostra-se a distribuição geográfica das florestas de *Pinus* tropicais. Em seguida evidencia-se a utilização desta essência, como matéria-prima para a indústria de pasta e papel em alguns países em desenvolvimento, assim como as principais pesquisas visando a sua utilização. Informações da área de coleta, características dos plantios, classificação e micrometria das fibras, qualidades das pastas cruas, alvejadas e clarificadas dos diversos procedimentos são fornecidos. Concluindo-se que a despeito do material papelreiro deste resinoso não ser comparável aos *Pinus* do hemisfério norte, as qualidades de suas pastas o credenciam como uma essência papelreira de reflorestamento.

FITOGEOGRAFIA DOS PINUS TROPICAIS

As florestas de *Pinus* ocupam uma superfície considerável no hemisfério norte. O gênero *Pinus*, que compreende cerca de 120 espécies, possuem exigências ecológicas muito vizinhas, principalmente no que diz respeito à pluviosidade e temperatura, correspondendo essencialmente a climas temperados e subtropicais (Tissot 1968).

As espécies de *Pinus*, que se encontram em zonas intertropicais, raramente estão situadas a baixas altitudes e se localizam geralmente em altitudes, cuja temperatura é inferior a 23°C (Ibid.).

Na Ásia, os *Pinus* mais importantes são os *Pinus merkussi* e *khasya*, que são encontrados nessas regiões em florestas caracterizadas como "Montanhas de Coníferas Tropicais", existindo na Indonésia, Borneo, Tailândia, Vietnã, Laos, Cambodja, Sumatra, ocupando

áreas de baixa umidade, cuja altitude varia de 100 a 900m, chegando a constituir formação de "Clímax", não obstante a disputa por espaço (Sewendono 1956). Vale realçar que o *Pinus merkussi* pode ser considerado o mais tropical dos *Pinus*, uma vez que, na Sumatra, ele se aproxima do Equador cerca de 2° N (Tissot, 1968).

A ecologia do *Pinus khasya* (Syn-*P. insularis* da Filipinas) é bastante semelhante ao do *Pinus merkussi*, mas esta espécie não chega a ultrapassar para o sul a latitude de 12° N. Nessa região ele se situa abaixo 750m de altitude (Ibid.).

Na América Central, uma área muito extensa, que se propaga desde a Guatemala até ao México, é ocupada por floresta do tipo úmida, onde se verifica a presença dos *Pinus* tropicais. Nas Antilhas, a espécie mais freqüente é a dos *P. occidentalis* e no continente são os *P. pseudostrobus*, *P. tenuifolia* e *Pinus patula* e nas margens desta região encontram-se simultaneamente os *P. oocarpa*, *P. montezumae*, associados geralmente com várias espécies de carvalho (Holdrige, 1956).

Os *Pinus* mexicanos, cujo número de espécies ultrapassam de quarenta, estão localizados principalmente entre 30° e 15° latitude norte, possuem ecologia muito variada; entretanto, somente o *P. strobus* var. *chiapensis* desce até a altitude de 600m, na latitude de 16° N. Os outros que se situam entre 1.500m a 3.000m, ocupam diversos tipos climáticos: subtropicais, temperado quente, temperado frio (Tissot, 1968).

O gênero *Pinus* é representado desde o norte da Nicarágua, cerca de 12° N. por três espécies: *P. caribae* var. *hondurensis* (entre

(*) — Trabalho apresentado na VIII Convenção Anual da Associação Brasileira de Celulose e Papel, realizada na cidade de São Paulo, no período de 17 a 21 de novembro de 1975.

(**) — Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

0 e 600m de altitude), *P. oocarpa* (entre 600 e 1.700m) e *P. pseudostrobus* (entre 1.200 e 1.700m) (Ibid.).

Estas duas últimas espécies dirigem-se para o norte até o sul do México, porém o *P. caribaeae* var. *hondurensis* atinge somente a Guatemala e a Honduras Britânica, sempre a baixas altitudes (Ibid.).

O *P. caribaeae* var. *caribaeae* do oeste de Cuba é do tipo subtropical e o *P. caribaeae* var. *bahamensis* é do tipo menos tropical. Nas ilhas Caraíbas (Cuba, Haiti, República Dominicana) encontram-se outros *Pinus* subtropicais: *P. occidentalis*, *P. tropicalis* e *P. cubensis* (Ibid.).

Na África Tropical, não existe *Pinus*, uma vez que, no continente africano o gênero penetra em pequenas proporções para o sul até a latitude de 28° N. com a espécie *P. canariensis* das ilhas Canárias. O povoamento de *Pinus* da África Setentrional (sobretudo *P. halapensis*), corresponde a clima mediterrâneo (Ibid.).

FOVOAMENTO PURO DE PINUS TROPICAIS

Os *Pinus* tropicais foram introduzidos com sucesso em quase todas as regiões subtropicais e tropicais (Ibid.).

Na África, ao sul do Saara e em Madagascar foram adaptadas diversas espécies de *Pinus*. As mais antigas foram:

- *Pinus patula* (originário do México), que se encontra em abundância na República Sul-Africana, Kenya, Swaziland e nos altos planaltos de Madagascar;
- *Pinus Khasya*, introduzidos na Rodésia, Uganda e Madagascar;
- *Pinus ellioti* (sul do oeste dos Estados Unidos) e *P. pinastre* adaptados no Natal e Transval;
- *P. caribaeae* adaptado e cobrindo grandes superfícies no Natal.

Os bosques de *Pinus* exóticos cobrem uma superfície de 220.000 ha na África do Sul e 22.000 ha em Madagascar (Ibid.).

Os 220.000 ha da República Sul Africana, compostos por 40% de *Pinus patula* e *Pinus ellioti* e 60% de *Pinus pinastre*, *taeda*, *radiata*, *longifolia*, *canariensis*, *caribaeae*. É interes-

sante observar que a África do Sul possui climas bastante variáveis, estando os climas temperado e subtropical largamente difundidos, existindo variações climáticas com chuvas de verão à chuvas regulares de estação de inverno (Ibid.).

Os 22.000 ha dos povoamentos de Madagascar são compostos por *P. patula* (Ibid.).

No Malawi os povoamentos de *Pinus patula* e *Pinus ellioti*, cobrem uma superfície considerável no planalto de Vipya (altitude 2.134m), apresentando uma taxa de crescimento superior a 17,5m³ de madeira por hectare (volume pleno) (Palmer et. al., 1974).

Na América Latina, a criação de bosques artificiais tem sido intensificada, atingindo o ritmo de plantações em 1970, uma ordem de 200.000 Ha/Ano (FAO-1970). Provavelmente, grandes parcelas destes reflorestamentos serão cobertos com *Pinus* tropicais.

Entre os países limítrofes com a área amazônica, destaca-se a iniciativa do Suriname, com uma área plantada de cerca de 8.000 ha (FAO, 1974).

No Brasil, o reflorestamento com *Pinus* tropicais já cobre uma superfície superior a 500.000 ha, calculando o I. B. D. F. (1) que em 1983 esta área ultrapassará a 900.000 ha.

No Quadro I apresentamos a distribuição desses plantios por Estados.

QUADRO — I

Áreas reflorestadas e a serem reflorestadas com *Pinus* tropicais no Brasil em hectares

Estados da Federação	Áreas reflorestadas - ha (1966-1973)	Projeções de reflorestamento — ha (1974-1983)
Rio Grande do Sul	32.926	31.875
Santa Catarina	121.784	134.619
Paraná	194.867	166.260
São Paulo	143.091	33.004
Minas Gerais	36.533	33.186
Espírito Santo	—	18.093
Pará	30.000	—
Brasil	559.201	417.037
Brasil (1966-1983)	976.238	

FONTE: Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal.

(1) — Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal.

Para o *Pinus caribeeae* var. *hondurensis*, com exceção do estado do Pará, cuja área reforestada é da ordem de 30.000 ha, não se conhece com exatidão a extensão dessas plantações, nos outros estados da Federação, uma vez que nas estatísticas do I.B.D.F., os plantios realizados e as projeções dos futuros reflorestamentos estão agrupados somente nos gêneros, não discriminando as espécies. Entretanto, as exigências ecológicas desta espécie⁽²⁾ torna-se limitativa para a região sul, o que nos leva a supor que talvez uma superfície representativa dos plantios presente e futuro

dos estados de Minas Gerais, Espírito Santo e norte de São Paulo sejam cobertos por essa essência.

OS PINUS TROPICAIS COMO MATÉRIA-PRIMA PARA A INDÚSTRIA DE CELULOSE E PAPEL

Os *Pinus* tropicais constituem uma matéria-prima clássica para a obtenção de pasta a papel em vários países em desenvolvimento. Os exemplos mais tradicionais são os da indústria "Usutu Pulp Company Ltd" em Bunya Swaziland, que fabrica 100.000 t/ano de pasta "Kraft" crua, a partir de uma floresta artificial

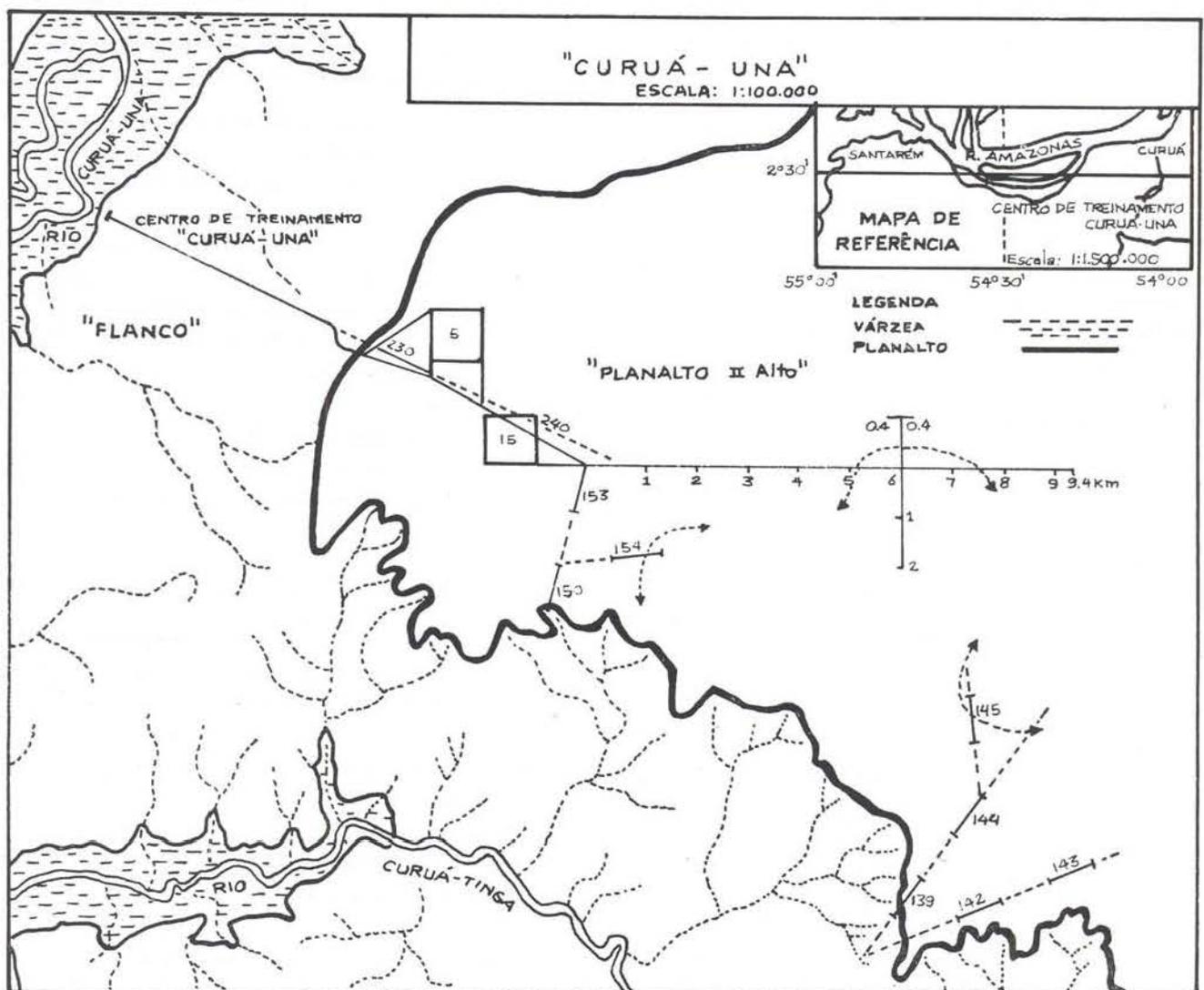


Fig. 1 — Região Flanco do Planalto de Santarém

(2) — Segundo Tissot, no Gabão e na Ponta Negra (República Popular do Congo), o *Pinus caribeeae* e *Pinus oocarpa* se desenvolvem em clima quente (média anual 25°C), com chuvas irregulares, variando muito de um ano a outro (800 - 1.300 mm); estação seca bem diferenciada e solos arenosos.

de 44.500 ha, composta de 75% de *Pinus patula*, 24% de *Pinus elliotii*, 4% de *Pinus taeda* e 1% de outros *Pinus*, inclusive *caribeeae*, plantado com sucesso em baixas altitudes (Dubois 1966) e "Papetrie" de Madagascar, que fabrica 3.000 t/ano de pasta mecânica, utilizando *Pinus patula* (Tissot, 1968).

Por outro lado, as prospecções efetuadas a nível de laboratório, originaram uma documentação considerável, destacando-se as pesquisas levadas a efeito por: Tissot, 1968; Petroff et Alii, 1968; Palmer et Alii, 1969, 1970, 1971, 1972, 1973, 1974 e Chong, 1973, onde os *Pinus* tropicais de diferentes regiões do globo foram analisados, visando a obtenção desde pasta mecânica, até celulose solúvel.

AMOSTRAS DE *PINUS CARIBEEAE*, VARIEDADE *HONDURENSIS*, ESTUDADAS PELA SECÇÃO DE CELULOSE E PAPEL DO INPA

As amostras estudadas, corresponderam a duas árvores diferentes originárias da região de Flanco do Planalto de Santarém (fig. 1), relativas a um plantio experimental, realizado pela missão F.A.O. na Amazônia, em março de 1950, com sementes provenientes das montanhas de "Pine Ridge das Honduras Britânicas (Dubois, 1971)".

Esta área está localizada entre os rios Tapajós e Xingu. Sua posição geográfica é equatorial com 2° 23' latitude sul e 54° 24' longitude oeste. É cortada pelo rio Curuá, cujo regime enchente/vazante apresenta uma média de 4 meses. Seu clima é tropical, caracterizado por uma estação seca, com menos de 50mm de precipitação, por mês, que vai de junho até outubro, ocorrendo freqüentemente em quase todos os anos um prolongamento desta estação, durante o mês de janeiro, com duração de uma a três semanas. A precipitação média anual é da ordem de 1720mm. A média mensal das temperaturas máxima variam de 30 a 34°C. A média de variação das temperaturas mínimas estão na ordem de 21,5 a 28,1°C. A temperatura média anual corresponde a 27,5°C (Ibid.).

Três tipos de floresta ocorrem nesta região: a) Floresta de várzea (edáfica, formação extra-zonal) bordejando o rio, sendo periodicamente inundada pelas enchentes; b) Floresta para-clímax de flanco, pobre em solos

arenosos, estendendo-se desde a várzea baixa até ao pé das elevações agrupadas, que contornam a parte mais alta do falso planalto; c) Floresta de planalto (série clímax), sobre solos argilosos pesados (Ibid.).

A característica dos plantios e os resultados obtidos com 98 meses de idade antes e após ao debaste foram os seguintes:

a) Características do plantio:

- densidade inicial — 2,5m x 2,5m (1.600 planta/ha)
- plantio efetivado com raiz desnuda
- número inicial plantado — 200 (Ibid.).

b) Resultados observados (98 meses de idade) antes do debaste:

- número de indivíduos vivos — 178 (89% de sobrevivência).
- área basal — 31,66 m²/ha
- volume total — 260,3 m³/ha
- incremento anual médio do volume — 31,8 m³/ha
- maior diâmetro até 1,5m — 26cm
- menor diâmetro — 16cm
- incremento anual médio do diâmetro — 1,9cm
- maior altura — 23m
- menor altura — 14m
- incremento anual médio da altura — 1,7m (Ibid.).

c) Alguns valores observados após o debaste:

- número de árvores não suprimidas — 126 (948/ha) das quais 88 (724/ha) dominante e co-dominante
- número de indivíduos não suprimidos — 88, correspondendo a 224/ha.
- área basal
 - 88 não suprimida — 18,4 m²/ha
 - 28 suprimida — 1,49
 - Total — 19,89 m²/ha
- volume total
 - 88 não suprimida — 160,14 m³/ha
 - 28 suprimida — 9,20 m³/ha
 - Total — 169,34 m³/ha.
- maior diâmetro até 1,5m — 26cm.
- menor diâmetro — 14,7cm.
- incremento anual médio do diâmetro — 18cm.



Fig. 2 — Plantio com 9 anos de idade. Foto: M. Pedroso.

- menor diâmetro das não suprimidas — 17,8 (com incremento anual médio) — 2,1cm.
- maior altura — 23m
- menor altura — 16m (incremento anual médio 1,9m) (Ibid.).

CLASSIFICAÇÃO, CARACTERÍSTICAS MICROMÉTRICAS DAS FIBRAS E DENSIDADE DA MADEIRA

Das pastas provenientes dos cozimentos Soda-Enxofre efetuou-se a classificação dos comprimentos das fibras segundo o procedimento TAPPI-T233-SU-64 em Classificador de Fibras "Clark", modelo M-46. Das partes retidas em cada compartimento realizou-se mensurações em Projetor Olympus - 4P-360.

As larguras das fibras e das cavidades foram dimensionadas em Microscópio monocular E. Leitz, com lente ocular 10X, objetiva 43X e fator 3,14.

Os resultados estão consignados na Tabela n.º I.

Como se observa, o *Pinus caribeeae* possui 5 (cinco) dimensões de fibras bem distintas, sendo que as de maiores comprimentos corresponderam a quase 50% do total.

As larguras das fibras nos diversos compartimentos variaram de 48 Mu a 65 Mu, notando-se que existe uma tendência das mesmas em acompanhar os decréscimos dos comprimentos, com valores intermediários aproximando-se entre si. A mesma propensão é verificada para as larguras das cavidades, cujos valores na pasta classificada variaram de 30 Mu a 55 Mu.

Estas observações nos levam a fazer as seguintes considerações:

a) 48% das fibras das pastas classificadas do *Pinus caribeeae* correspondem às fibras longas e largas;



Fig. 3 — Plantio com 10 anos de idade. Foto: M. Pedroso.

b) 34% das fibras equivalem a um tamanho intermediário com larguras muito próximas;

c) 1% corresponde a um tamanho menor, com larguras inferiores às precedentes;

d) 17% são devidas as fibras mais curtas, valor do comprimento calculado e largura desconhecida.

O coeficiente de flexibilidade foi calculado para os 4 (quatro) tipos de fibras mensuradas, apresentando valores elevados e muito próximos; caracterizando serem as fibras bastantes plásticas susceptíveis de fornecerem papéis de boa qualidade.

O poder filtrante variou de 68 a 23 e este declínio está relacionado com os decréscimos observados para os comprimentos e larguras.

Considerando a importância para a avaliação da qualidade de uma pasta do peso médio dos comprimentos das fibras (Clark 1962), calculou-se este parâmetro para as fibras das pastas do *Pinus caribeeae* através da fórmula:

$$L = \frac{W_1i_1 + W_2i_2 + W_3i_3 + W_4i_4 + W_5i_5}{W}$$

Onde:

L = Peso médio do comprimento da fibra

(i_1, i_2, i_3, i_4) = Comprimento das fibras nos diversos compartimentos do classificador.

i_5 = Peso da amostra calculado por diferença.

W = Peso inicial da amostra.

O resultado obtido foi de uma ordem de grandeza de 3,238mm.

No conjunto os diversos valores apresentados pelas características fibrosas das pastas do *Pinus caribeeae*, bem como pela sua densidade, são normais e estão perfeitamente configurados dentro dos padrões conhecidos para os resinosos.



Fig. 4 — Plantio com 11 anos de idade — Planalto. Foto: M. Pedroso.

TABELA N.º 1

Classificação, características micrométricas das fibras e densidade da madeira

CARACTERÍSTICAS	COMPARTIMENTOS				
	N.º 1	N.º 2	N.º 3	N.º 4	Abaixo 1125 (Mu)
Comprimento das fibras (Mu) — L — valores médios	4454	3243	2084	1125	706
Largura das fibras (Mu) 1 — valores médios	65	51	52	48	
Larguras das cavidades (Mu) — C — valores médios	44	34	33	30	
Coefficiente de flexibilidade C/1	68	67	63	62	
Poder feltrante L/1	68	63	40	23	
% retirada em cada compartimento	48	22	12	1	17
Densidade	0,32				

Valor calculado segundo método TAPPI - T - 232 - SU - 68

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA MADEIRA

As análises químicas das madeiras foram efetuadas segundo as normas do TAPPI (3) e A.B.C.P. (4).

Os resultados apresentados na Tabela n.º II mostram que não houve variação significativa entre as duas amostras, com exceção dos teores de álcool benzol e soda 1%, que apresentaram para a amostra n.º 2 taxas mais elevadas. Estas diferenças talvez estejam relacionadas com o tempo de estocagem, uma vez que as análises efetuadas sobre a amostra n.º 2 foi quase que imediata a sua recepção no laboratório, enquanto as efetuadas sobre a primeira amostra foram realizadas após um maior período de estocagem.

O teor de resina característica dessas espécies está relacionado com a extração ao álcool benzol e pode constituir-se em um inconveniente ou em uma vantagem, na sua utilização para fabricação de pasta a papel. Nas cocções "Kraft" a resina fornece um subproduto: o "tall-oil", composto de sais alcalinos e ácidos resinosos, recuperados da superfície

dos licores negros. O rendimento do "tall-oil" nos resinosos de clima temperado, variam de 25 a 80 kg por toneladas de pastas fabricadas. Pode-se extrair antecipadamente a resina antes de levar a madeira à fabricação, por sangria na própria árvore, mas esta operação só é rentável quando se trata de plantio racional.

A inconveniência que a resina causa à fabricação de pasta, decorre do fato da mesma proporcionar o aparecimento de espumas nos sistemas de lavagem e depuração.

Entretanto, este inconveniente pode ser combatido pela utilização de agentes tensoativos, como o querosene. Por outro lado, as resinas originam depósitos de breu no circuito de fabricação.

Na fabricação de pastas mecânicas a resina é igualmente causadora de desgaste dos dentes do desfibrador e das telas metálicas da máquina de papel. Em relação aos demais parâmetros apresentados nas análises químicas, observa-se que eles são compatíveis com resinosos tropicais já consagrados pela indústria papelreira como o *Pinus patula* de "Usutu".

(3) — TAPPI — Technical Association of the Pulp and Paper Industry.

(4) — A.B.C.P. — Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel.

TABELA N.º II

Composição química do *Pinus caribaea* — Var. *hondurensis* da região de Santarém

AMOSTRAS	Sol. em água fria %	Sol. em água quente - %	Sol. em Soda 1% %	Sol. em álcool benzol - %	Lignina %	Pentosanas %	Celulose bruta %	Celulose corrigida	Cinzas
Amostra n.º 1	2,05	2,05	6,49	3,60	26,65	7,49	46,67	45,68	0,11
Amostra n.º 2	2,98	3,43	4,94	5,89	27,41	7,05	54,75	48,98	0,19

COZÇÃO "KRAFT"

Dois séries de cozimentos foram efetuados pelo procedimento Soda/Enxofre (variante do processo "Kraft") a 155°C e a 170°C em cozinhador rotativo de 10 litros, aquecimento elétrico e 1 r.p.m.

As condições retidas para a efetivação dos cozimentos foram as seguintes:

Condições	170° C	155° C
NaOH/Mad. Sêca	22% 24% 26%	22% 24% 26%
Enxofre/Mad. Sêca	2,2% 2,4% 2,6%	2,2% 2,4% 2,6%
Diluição	3,3 : 1	3,3 : 1
Tempo na Temp. de Patamar	120 Min.	180 Min.
Tempo na Temp. de Patamar	90 Min.	180 Min.

As pastas obtidas dos cozimentos foram desintegrados logo após a degasagem em "Pulper" de laboratório "Allibe" (tendo-se antes retirado uma amostra do licor negro para a determinação do NaOH residual), lavadas depuradas em Depurador Brecht Holl, (peneira 0,6 mm) e desaguada até a consistência de 30% em centrífuga S.A. 30 AW 2, Rousset a 1.500 rpm, determinando-se em seguida os rendimentos brutos e depurados, rejeitos sobre a madeira seca e número de permanganato.

Os resultados obtidos apresentamos na Tabela n.º III.

É possível obter pastas bem deslignificadas a partir de um nível de 24% de NaOH/Madeira Seca a 170°C. Os cozimentos a 155°C com 3 horas de patamar nos três níveis de

Soda, corresponderam as pastas duras, com índice de deslignificação baixo, o que nos leva a crer da necessidade de prolongar o tempo de cocção, que representaria um inconveniente em termos de realização industrial. Para os cozimentos a 170°C os teores de NaOH (residual) foram ascendentes, na medida em que se elevou as percentagens de NaOH/Madeira Seca, o que é normal, uma vez que os índices de deslignificação (N.º KMnO₄) evoluíram no mesmo sentido. Este comportamento foi também verificado para as cocções a 155°C, com uma diferença caracterizada pela difícil dissolução dos componentes da madeira que acarretou talvez uma reprecipitação da lignina, distinguido pelos baixos níveis de deslignificação apresentados.

Os rendimentos foram satisfatórios (acima de 48%), apresentando, no entanto, as cocções a 170°C melhores resultados.

As alvuras das pastas foram equivalentes para os dois parâmetros retidos.

ALVEJAMENTO DAS PASTAS CRUAS DOS COZIMENTOS SODA/ENXÓFRE

As pastas obtidas dos cozimentos Soda/Enxofre foram alvejadas pelos processos C.E. H.H. e C.E.D.P.D. Os resultados estão contidos nas tabelas n.ºs. IV e V.

Como se verifica, o maior consumo de reagentes nos dois processos correspondeu às pastas que apresentaram índice de deslignificação mais baixo, isto é, cujos n.ºs. de KMnO₄ foram superiores a 19. Por outro lado, as pastas oriundas das cocções a 170°C, ofereceram uma menor demanda de reativos do que as processadas a 155°C com 3 (três) horas de patamar.

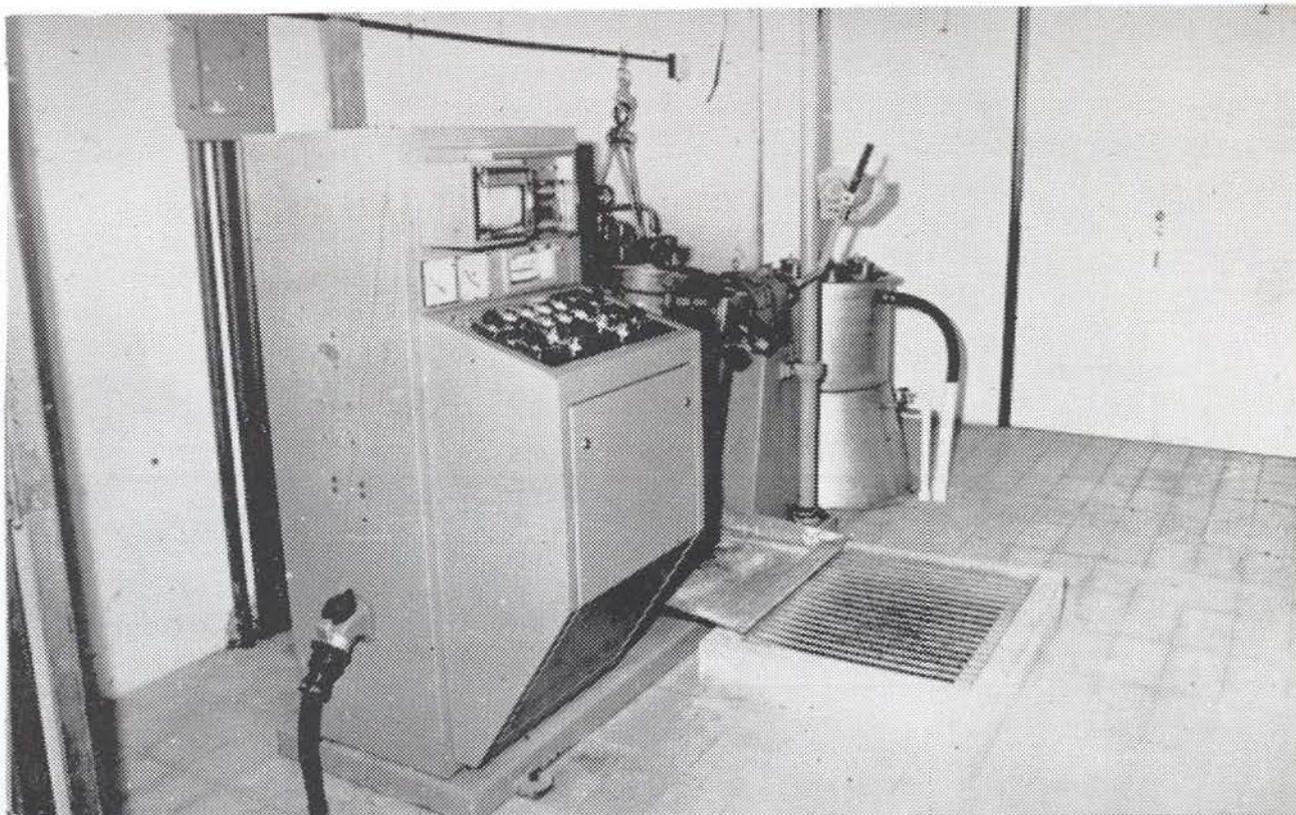


Fig. 5 — Cozinhador "Auximeca" — Capacidade 50 litros Foto: J. Romulo

É nítida a superioridade do processo C.E. D.P.D. em termos de obtenção de melhor alvura, do que o procedimento C.E.H.H.

As estabilidades das alvuras variaram em função da maior ou menor dureza das pastas.

Assim é que as pastas, nos dois processos, que exigiram maior consumo de reagentes foram as que apresentaram menor "Photovolt", mas se mostraram mais estáveis do que foram alvejadas com maior facilidade e originaram melhores alvuras.

TABELA N.º III

Resultados dos cozimentos soça/enxôfre do *Pinus caribaea* var. *hondurensis* da região de Santarém

Número do Cozimento	Patamar	NaOH %	S %	Rendimento		NaOH g/l	Photovolt	Índice de $KMnO_4$
				Bruto %	Depurado %			
190		21	2,2	54,44	54,06	3,2	25	30,30
193	1h30'-170°C	24	2,4	54,66	49,12	5,4	25	19,00
191		26	2,6	54,71	54,54	10,9	25	16,83
194		26	2,6	49,13	54,62	8,1	25	35,68
195	3h-155°C	24	2,4	51,67	51,65	7,0	25	41,39
196		22	2,2	54,88	54,59	4,9	25	44,29

No conjunto, as pastas alvejadas (especialmente as oriundas das cocções a 170°C e processadas pelo procedimento C.E.D.P.D.) são semelhantes às melhores celuloses de resinosas, que atualmente são comercializadas no mercado internacional.

CARACTERÍSTICAS DAS PASTAS CRUAS E ALVEJADAS DOS PROCEDIMENTOS TIPO "KRAFT"

As pastas cruas provenientes dos cozimentos Soda/Enxofre foram refinadas em equipamentos "Jokro", "Bauer" e "Holandesa", até um grau de engorda de 45° SR.

TABELA N.º IV

Resultados dos branqueamentos (Cl — NaOH — ClONa — ClONa) das pastas cruas dos cozimentos soda/enxofre do *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.

N.º de cozimento	Cloração Cloro consumido %	Sodação		1.ª Fase-ClONa		2.ª Fase-ClONa		Photovolt Alvura das pastas	Estabilidade da alvura
		NaOH Int. %	NaOH Cons. %	Cloro Int. %	Cloro Cons. %	Cloro Int. %	Cloro Cons. %		
190	4,8	4,0	3,4	4,0	3,8	0,5	0,4	87	86
193	3,0	4,0	1,6	4,0	3,7	0,5	0,3	87	84
191	2,4	4,0	1,5	4,0	3,5	0,5	0,3	90	86
194	3,8	4,0	2,6	4,0	3,6	0,5	0,3	90	84
195	4,4	4,0	2,8	4,0	3,7	0,5	0,4	88	84
196	5,0	4,0	3,5	4,0	3,8	1,5	0,9	87	83

TABELA N.º V

Resultados dos alvejamentos C.E.D.P.D. [Cl-(NaOH-H₂O₂)-ClO₂-H₂O₂-ClO₂] das pastas cruas dos cozimentos soda/enxofre do *Pinus caribaea* - Var. *hondurensis*.

N.º do cozimento	Cloração Cloro Cons. %	Sodação Oxidante				3.ª Fase-ClO ₂		4.ª Fase-H ₂ O ₂		5.ª Fase-ClO ₂		Photovolt Alvura das pastas	Estabilidade das alvuras
		-NaOH Int. %	NaOH Cons. %	H ₂ O ₂ Int. %	H ₂ O ₂ Cons. %	Cloro Int. %	Cloro Cons. %	H ₂ O ₂ Int. %	H ₂ O ₂ Cons. %	Cloro Int. %	Cloro Cons. %		
190	4,8	4,0	2,8	1,0	1,0	2,6	2,6	1,0	0,9	1,3	1,2	89	88
193	3,0	4,0	2,4	1,0	1,0	2,6	2,6	1,0	0,9	1,3	1,2	92	88
191	2,4	4,0	2,1	1,0	1,0	2,6	2,5	0,5	0,4	1,3	1,1	93	89
194	3,8	4,0	2,7	1,0	1,0	2,6	2,6	0,5	0,4	1,3	0,9	92	88
195	4,4	4,0	4,0	1,0	1,0	2,6	2,6	1,0	0,8	1,3	0,9	92	88
196	5,0	4,0	4,0	1,0	1,0	2,6	2,6	1,0	0,9	1,3	1,2	91	90

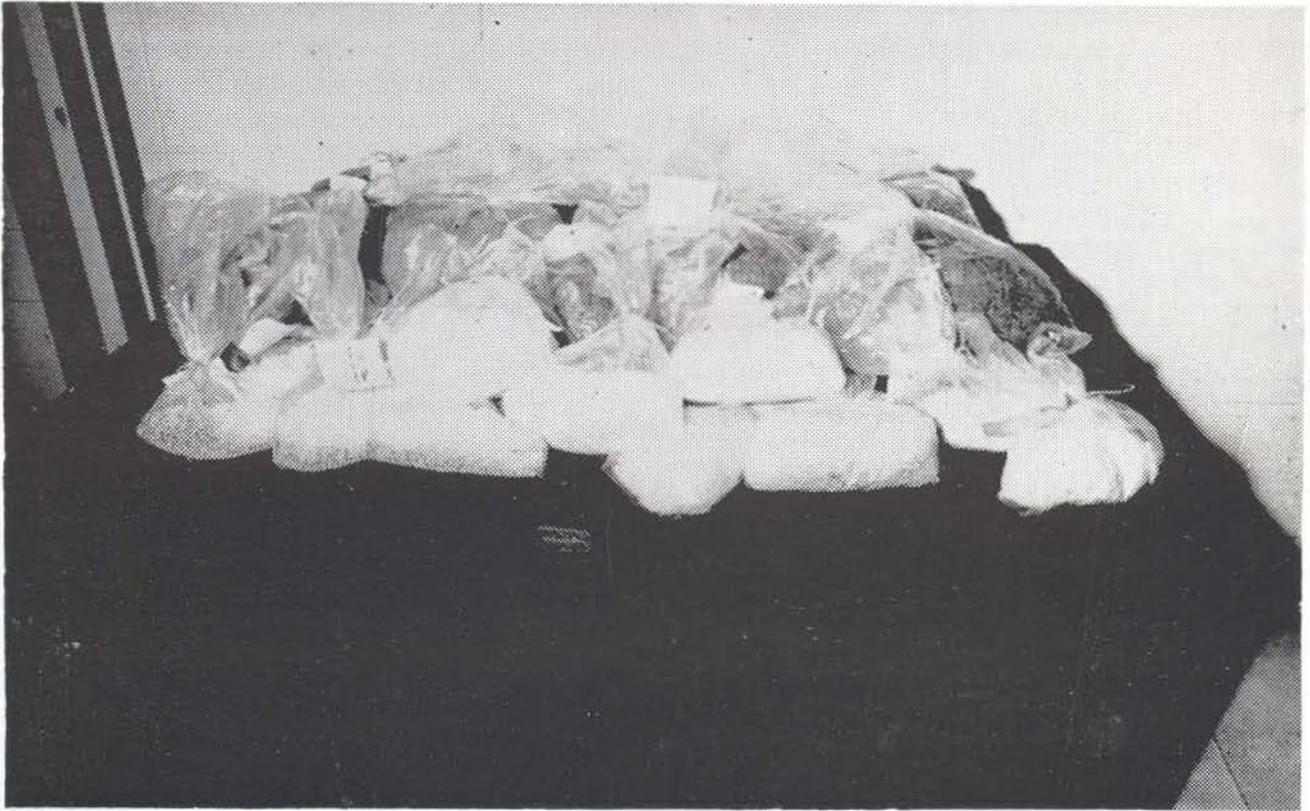


Fig. 6 — Estocagem de pastas cruas e alvejadas. Foto: J. Romulo

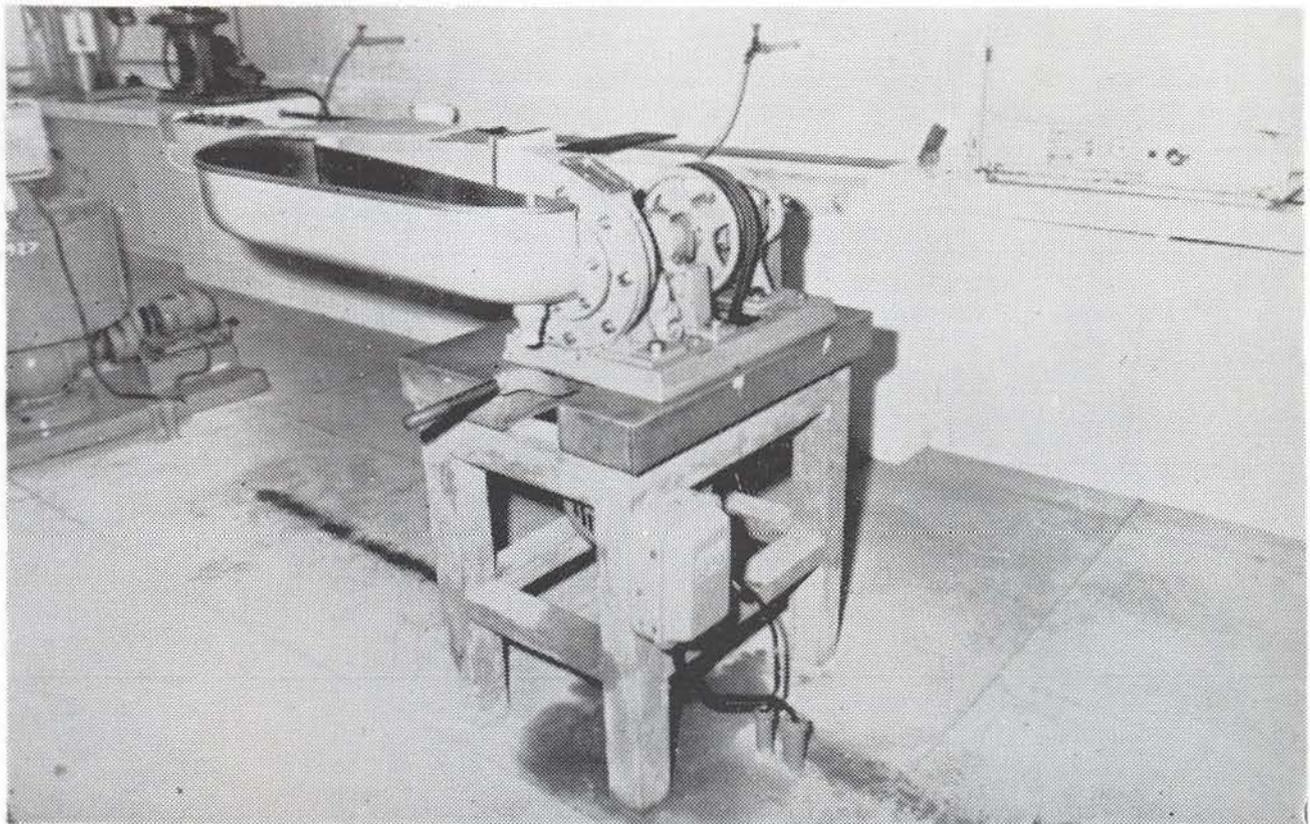


Fig. 7 — Moinho Holandesa. Foto: J. Romulo

As refinagens das polpas não alvejadas nos três equipamentos, assim foram conduzidas:

"Jokro" — 16g de pasta seca, levada a uma consistência de 6%, com 5 pontos de refino, dos quais o primeiro o ponto zero (pasta bruta), cobrindo uma escala de °SR, que foi de 8° SR a 45° — 48° SR .

"Bauer" — 16g de pasta seca a uma concentração de 0,2% submetidas a uma potência de de refino de 3,72 KW, com circulação forçada. Foram realizadas passagens sucessivas (o máximo três), até atingir o grau de engrossamento desejado.

"Holandesa" — 200g de pasta seca com uma consistência de 1%. A massa foi inicialmente desintegrada no próprio equipamento (operação realizada com discos separados) por 30 minutos, adicionando-se em seguida a carga correspondente a 7.735g e uniu-se os discos. Quatro pontos de refino foram obtidos por período de 35 minutos.

Das pastas cruas refinadas produziu-se folhas de ensino, com gramatura aproximada de 65 ± 5 g/m², em formador Rapid Khöten. Acondicionando-se essas amostras em sala climatizada com 65 ± 5 UR e $22 \pm 2^\circ$ C por 12 horas e realizou-se os testes de resistência, obedecendo os padrões das Normas da A.B.C.P. (Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel), TAPPI (Technical Association of the Pulp and Paper Industry), A.F.N.O.R. (Association Française de Normalisation).

Os resultados obtidos são mostrados na Tabela n.º VI.

É evidente que uma análise quantitativa comparativa dos resultados apresentados em relação ao desempenho dos equipamentos, torna-se difícil de ser realizada, em decorrência das condições em que se processaram os refinamentos das pastas (níveis de consistência); entretanto, uma observação empírica nos leva a fazer as seguintes considerações:

— De um modo geral, os valores das características dos papéis correspondentes às pastas

TABELA N.º VI

Características das pastas cruas dos cozimentos soda/enxôfre do *Pinus caribaea* — var. *hondurensis* da região de Santarém, resultados interpolados a um grau de refino de 45° SR — Holandesa, Jokro, Bauer

Equipamento	Nº DE COZIMENTO	AUTO-RUPTURA m	RASGO g Por 100 g/m ²	ESTOURO Kg/cm ² 100 g/m ²	DOBRAS DUPLAS N.º	POROSI- DADE Seg/100 cc	LISURA Seg/50 cc	MACIEZ Seg/100 cc	ALONGA- MENTO %
Holandesa	190	2.573	47	0,0	3,0	25,0	27	30	1,0
	193	3.366	52	0,0	2,0	9,0	24	39	1,0
	191	2.860	54	0,0	3,0	29,0	29	34	1,0
	194	1.961	48	0,0	2,0	7,0	14	41	1,0
	195	2.234	54	0,0	2,0	9,0	22	44	1,0
	196	2.305	57	0,0	2,0	13,0	22	39	1,0
Jokro	190	6.443	111	3,3	360,0	25,0	21	12	2,0
	193	6.000	134	3,2	442,0	15,0	14	25	2,0
	191	5.824	108	2,0	160,0	23,0	19	27	1,5
	194	6.511	126	4,0	374,0	43,0	20	30	2,0
	195	6.327	122	3,5	467,0	30,0	18	28	2,0
	196	6.140	140	3,6	621,0	54,0	16	24	2,0
Bauer	190	6.287	161	3,3	776,0	54,0	32	23	1,9
	193	4.138	130	2,0	108,0	8,0	24	46	1,5
	191	6.258	155	3,0	438,0	74,0	29	32	1,6
	194	5.492	156	2,0	517,0	45,0	20	41	1,5
	195	5.106	129	2,2	286,0	57,0	25	46	1,6
	196	3.851	121	1,4	136,0	25,0	19	36	1,3

refinadas no "Jokro", e "Bauer" são comparáveis as variações que apresentam não se observa a um nível muito elevado, o que não sucede para as resistências dos papéis provenientes das polpas refinadas na "Holandesa", onde êstes valores estão muito abaixo aos observados nos dois últimos refinadores. Esta anomalia pode estar associada às condições de consistência (muito baixo) em que foi processada a operação de refino nessa instrumentação.

Uma observação mais detalhada mostra que as resistências dos papéis por equipamento assim se caracterizaram:

Auto-ruptura — Jokro > Bauer > Holandesa
Rasgo — Bauer > Jokro > Holandesa
Estouro — Jokro > Bauer > Holandesa
Dobras-Duplas — Jokro > Bauer > Holandesa
Porosidade — Bauer > Jokro > Holandesa
Lisura — Bauer > Holandesa > Jokro
Maciez — Holandesa > Bauer > Jokro
Alongamento — Jokro > Bauer > Holandesa

Para as pastas alvegadas utilizou-se a mesma metodologia aplicada nas pastas cruas, com exceção de não ter sido efetivado os ensaios de refino no moinho "Holandesa", em decorrência dos resultados apresentados nos estudos das celuloses não alvegadas, neste equipamento, não foram comparativos com os efetivados nos outros dois refinadores.

Na tabela n.º VII mostra-se as características das pastas alvegadas.

A mesma observação em termos de desempenho do equipamento verificado para a massa crua, foi confirmada nas pastas alvegadas uma vez que em relação às características mais significantes (Auto-ruptura, Rasgo, Estouro e Dobras-duplas) a mesma tendência foi satisfeita.

Em termos de avaliação papeleira intrínseca, para os parâmetros de cozimentos retidos, nota-se que as resistências dos papéis obtidos das pastas a 155°C foram superiores ao verificado com o outro padrão retido.

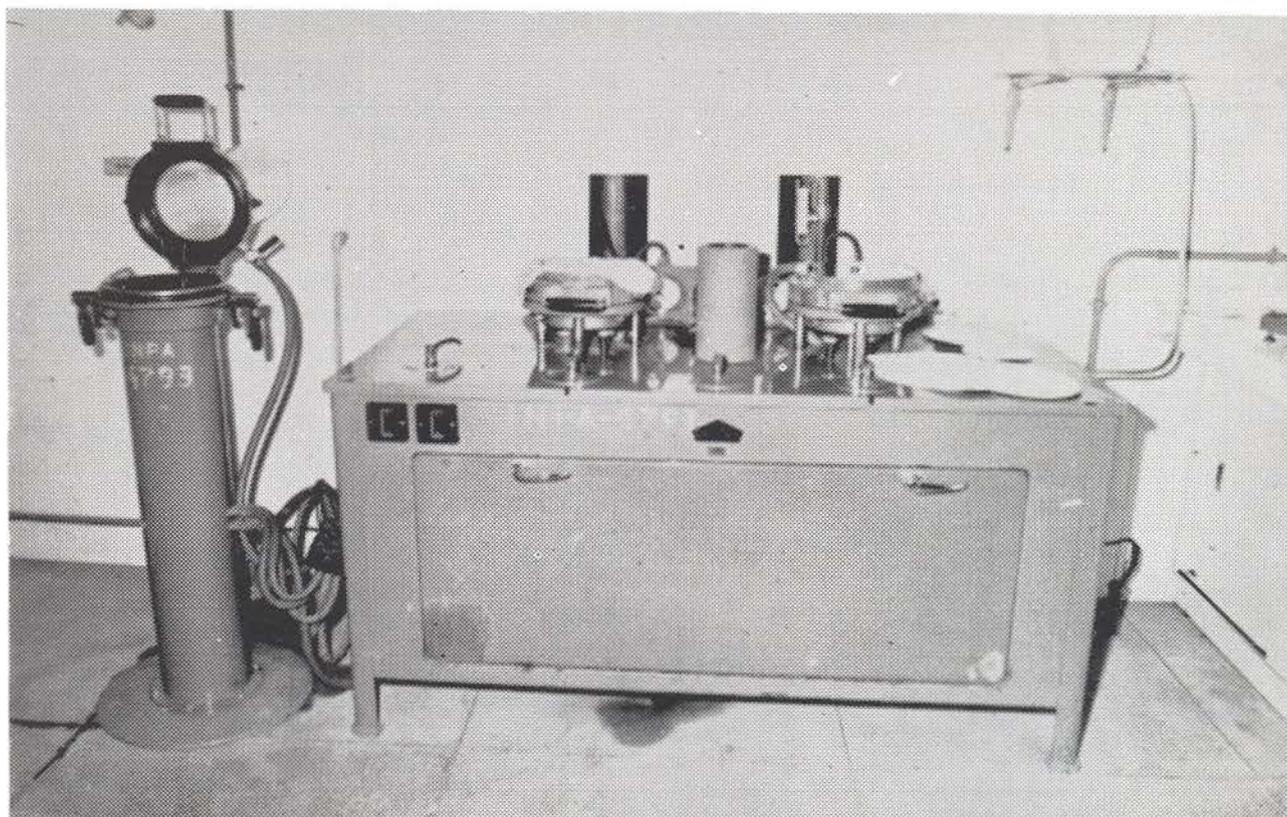


Fig. 8 — Máquina formadora de papel para ensaio de laboratório. Foto: J. Romulo

TABELA N.º VII

Características das pastas alvejadas dos cozimentos soda/enxôfre do *Pinus caribaea* — var. *hondurensis* da região de Santarém, resultados interpolados a 45° SR — Jokro e Bauer.

EQUIPAMENTO	Nº DE COZIMENTO	PROCESSO DE ALVEJAMENTOS	AUTO-RUPTURA m	RASGO g Por 100 g/m ²	ESTOURO Kg/cm ² 100 g/m ²	DOBRAS DUPLAS N.º	POROSIDADE Seg/100 cc	LISURA Seg/50 cc	MACIEZ Seg/100 cc	ALONGAMENTO %	
Jokro	190	CEHH	5.277	86	2,0	34	25	20	25	1,0	
		CEDPD	6.135	123	2,0	327	11	16	31	1,4	
	193	CEHH	2.910	80	0,0	3	Extremamente Impermeável	13	31	1,0	
		CEDPD	5.497	108	2,0	97	17	17	27	4,0	
	191	CEHH	3.536	86	0,0	6	Extremamente Impermeável	20	33	1,0	
		CEDPD	6.101	112	2,0	106	13	15	29	1,7	
	194	CEHH	4.400	61	1,0	18	Extremamente Impermeável	20	27	1,0	
		CEDPD	7.426	109	1,4	339	57	41	27	1,4	
	195	CEHH	4.365	62	1,0	11	Extremamente Impermeável	18	29	1,4	
		CEDPD	6.834	103	3,4	325	217	20	25	1,5	
	196	CEHH	4.786	61	1,0	9	Extremamente Impermeável	20	28	1,3	
		CEDPD	6.417	99	3,0	153	41	17	26	1,3	
	Bauer	190	CEHH	3.324	126	0,0	46	Extremamente Impermeável	10	45	1,0
			CEDPD	4.548	198	2,4	247	16	22	29	2,0
193		CEHH	3.040	78	0,0	5	Extremamente Impermeável	16	37	1,0	
		CEDPD	3.984	136	2,6	397	89	16	29	1,6	
191		CEHH	3.252	96	0,0	4	Extremamente Impermeável	17	37	1,0	
		CEDPD	5.039	137	2,0	105	Extremamente Impermeável	25	36	1,5	
194		CEHH	5.907	78	2,0	34	Extremamente Impermeável	19	25	1,1	
		CEDPD	4.882	172	3,1	434	152	33	31	1,4	
195		CEHH	4.678	90	1,0	11	33	18	30	1,0	
		CEDPD	5.566	133	2,5	264	Extremamente Impermeável	51	28	1,3	
196		CEHH	4.423	81	1,4	16	9	13	30	1,0	
		CEDPD	5.419	139	2,3	222	45	21	28	1,2	

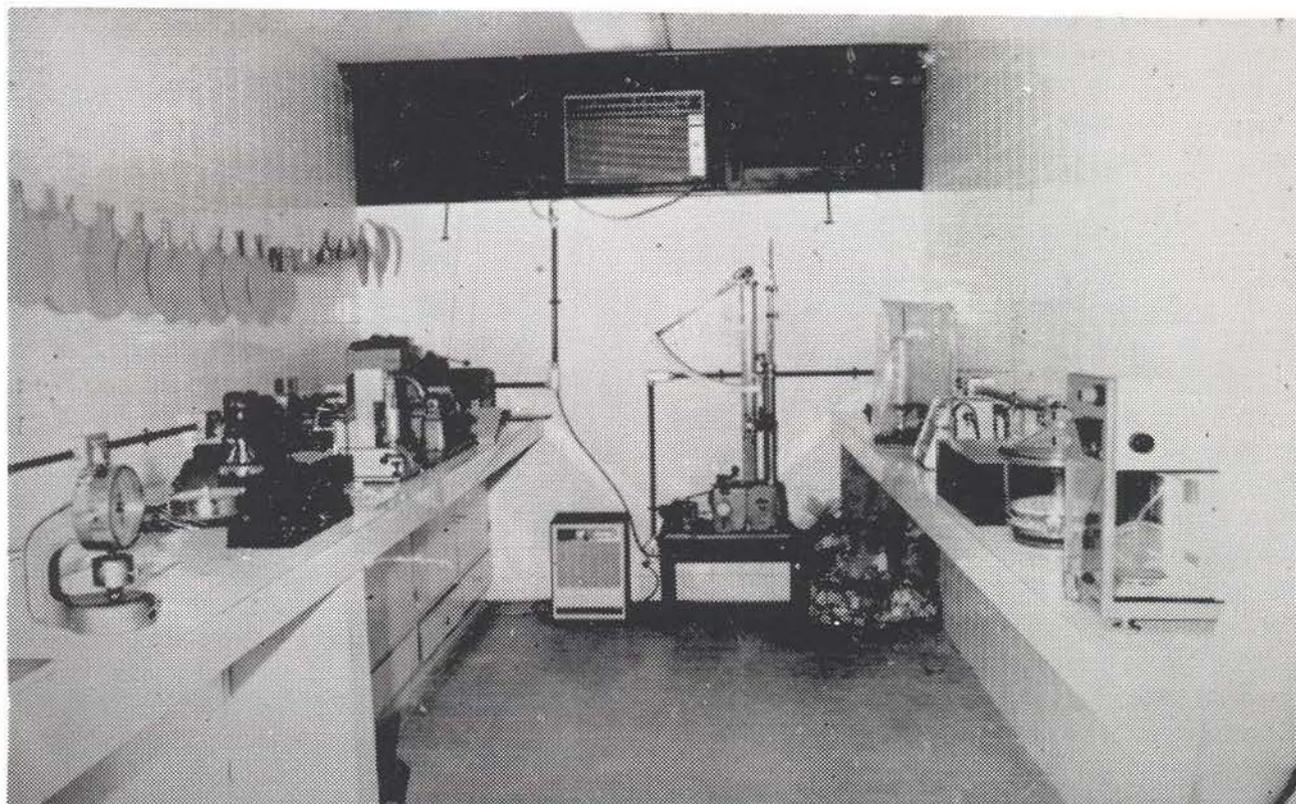


Fig. 9 — Sala de testes físico-mecânicos. Foto: J. Romulo

Para as pastas alvejadas as características de resistência diminuíram a medida que cresceu a percentagem de soda utilizada nos processos de cocção. Em contra partida as polpas alvejadas pelo processo C.E.D.P.D., quase que não sofreram degradação, principalmente quando se compara com as quedas de resistência das características dos papéis provenientes do alveijamento pelo processo C.E.H.H

De um modo geral as pastas cruas e alvejadas se caracterizaram por uma boa resistên-

cia ao rasgo (índice de rasgo superior a 100), a Auto-ruptura, Estouro e Dobras-duplas são suficientes, mas inferiores às dos resinosos utilizados pela indústria papeleira do sul da Europa.

OUTROS PROCEDIMENTOS DE FABRICAÇÃO

A amostra de *Pinus caribae* foi testada pelo procedimento Soda e Monosulfite (N.S. S.C.), visando a obtenção de pastas de alto rendimento.

TABELA N.º VIII

Resultado do cozimento a soda do *Pinus caribae* — var. hondurensis da região de Santarém.

Número de cozimento	Patamar	NaOH %	Rendimento		NaOH g/l	"Photovolt" Alvura da pasta	Índice de $KMnO_4$ (80 cc)
			Bruto %	Depurado %			
201	1h30'—170°C	26	55,39	55,30	7,6	27	51,56

TRATAMENTO A SODA

Para a obtenção de pasta crua, aplicou-se a mesma metodologia utilizada na obtenção das polpas Soda/Enxofre; sendo realizado um único ensaio de cocção com duas horas de montagem e 1h 30' de patamar à temperatura de 170° C.

O resultado deste ensaio está na Tabela n.º VIII.

Pode-se tratar o *Pinus caribae* com 26% de NaOH/Madeira Seca sem acarretar taxa de rejeito proibitivo. A pasta obtida foi menos deslignificada do que as provenientes do processo Soda/Enxofre, nos mesmos parâmetros, atentando que houve um maior consumo de soda por parte do procedimento tipo "Kraft".

O rendimento caracteriza o tipo de celulose obtida como pasta semiquímica, com n.º de KMnO₄ elevado, corresponde a baixo índice de deslignificação.

Este processo é menos satisfatório que o tratamento Soda/Enxofre. Entretanto, ele po-

derá a rigor, constituir alternativa para os países em desenvolvimento que tenham dificuldade de obtenção de insumos como enxofre e sulfato.

ALVEJAMENTO DAS PASTAS OBTIDAS DO COZIMENTO À SODA

A pasta proveniente do cozimento à Soda foi também alvejada pelos processos CEHH e CEDPD. O resultado deste estudo está na Tabela n.º IX e X.

As considerações feitas para os alvejamentos das pastas Soda/Enxofre são válidas para a polpa obtida com o cozimento à Soda, exigindo a celulose obtida por este processo uma maior demanda de substâncias oxidantes do que as solicitadas pelas pastas derivadas do processo Soda/Enxofre, nas mesmas condições de tratamento. O processo CEDPD foi mais satisfatório do que o procedimento CEHH, proporcionando uma maior alvura e melhor estabilidade.

TABELA N.º IX

Resultado do branqueamento (Cl — NaOH — ClONa) da pasta crua do cozimento à soda do *Pinus caribae* — var. *hondurensis*.

N.º do cozimento	Cloração Cloro consumido %	Sodação		1.ª Fase-ClONa		2.ª Fase-ClONa		"Photovolt" Alvura da pasta	Estabilidade da alvura
		NaOH Int. %	NaOH Cons. %	Cloro Int. %	Cloro Cons. %	Cloro Int. %	Cloro Cons. %		
201	4,2	4,0	4,0	4,0	3,8	0,5	0,3	88	81

TABELA N.º X

Resultado do branqueamento (Cl — (NaOH — H₂O₂) — ClO₂ — H₂O₂ — ClO₂) da pasta crua do cozimento à soda do *Pinus caribae* — var. *hondurensis*.

N.º do cozimento	CLORAÇÃO Cloro consumido %	SODAÇÃO OXIDANTE				3.ª FASE-ClO ₂		4.ª FASE-H ₂ O ₂		5.ª FASE-ClO ₂		PHOTO-VOLT Alvura da pasta	ESTABILIDADE DA ALVURA
		NaOH Int. %	NaOH Cons. %	H ₂ O ₂ Int. %	H ₂ O ₂ Cons. %	Cloro Int. %	Cloro Cons. %	H ₂ O ₂ Int. %	H ₂ O ₂ Cons. %	Cloro Int. %	Cloro Cons. %		
201	4,0	4,0	4,0	1	0,8	2,6	2,5	1	0,9	1,3	1,2	91	89

CARACTERÍSTICAS DOS PAPÉIS DAS PASTAS CRUAS E ALVEJADAS, ORIGINÁRIAS DO PROCESSO À SODA.

Para a avaliação das características dos papéis das pastas cruas e alvejadas, procedeu-se de maneira equivalente aos da pasta do processo químico, com uma diferença de que o refino foi efetuado somente no moinho Bauer, por tratar-se de pasta semiquímica, onde este equipamento é classicamente utilizado.

Os resultados podem ser vistos nas tabelas N.ºs. XI E XII.

Em relação às pastas cruas, as resistências dos papéis foram inferiores aos da pasta processo Soda/Enxofre para as mesmas condições de cozimento.

Em análise comparativa (Ver Quadro II), dos dois processos evidencia que as qualidades dos papéis provenientes das pastas cruas e alvejadas Soda/Enxofre, são de uma qualidade superior ao do procedimento à Soda.

Como nos alvejamentos das polpas Soda/Enxofre, o processo CEDPD mostrou-se mais

convicente não só por proporcionar melhor alvura, como por não degradar o material e até propiciar ganhos em resistência.

TRATAMENTO A MONOSULFITE

A amostra do *Pinus caribae* foi tratada pelo processo N.S.S.C. (Sulfite Neutro), tampoadada com carbonato de sódio. As condições de tratamento retidas foram as seguintes: 18% e 24% de Na₂SO₃, 6% e 8% de Na₂CO₃, respectivamente. A duração total dos cozimentos foi de 6 horas, com um patamar intermediário de 110° C, por 55 minutos e um patamar final de 3 horas a 165° C. A relação lixivia/madeira seca = 4,5/1.

Os resultados dos tratamentos estão na tabela n.º XIII.

Os rendimentos em pastas são normais e característicos das pastas químico-mecânicas e se situaram acima de 70%, havendo, no entanto, uma ligeira superioridade no rendimento para a amostra tratada com 24% de Na₂SO₃ e 8% de Na₂CO₃.

TABELA N.º XI

Característica da pasta crua do cozimento à soda do *Pinus caribae* — var. *hondurensis* da região de Santarém, resultados interpolados a 45° SR — Moagem no Bauer

Equipamento	N.º de cozimento	Auto ruptura m	Rasgo g Por 100g/m ²	Estouro Kg/cm ² 100g/m ²	Dobras Duplas N.º	Porosidade Seg/100cc	Lisura Seg/50cc	Maciez Seg/100cc	Alongamento %
BAUER	201	4.409	124	1,9	42	61	12	47	1,0

TABELA N.º XII

Característica da pasta alvejada do cozimento à soda do *Pinus caribae* — var. *hondurensis* da região de Santarém, resultados interpolados a 45° SR — Moagem no Bauer.

Equipamento	N.º de cozimento	Processo de alveamentos	Auto ruptura m	Rasgo g Por 100g/m ²	Estouro Kg/cm ² 100g/m ²	Dobras Duplas N.º	Porosidade	Lisura Seg/50cc	Maciez	Alongamento %
BAUER	201	CEHH	4.185	70	1,0	5	23	27	31	1,0
		CEDPD	5.356	113	2,6	212	57	37	29	1,3

QUADRO II

Quadro comparativo das características de resistências das pastas cruas e alvejadas dos processos soda/enxofre e soda refinadas em moinho Bauer.

PASTAS CRUAS

Pro-cessos	N.º do cozi-mento	Auto ruptura m	Rasgo g Por 100g/m²	Estouro Kg cm² 100g/m²	Dobras Duplas N.º	Porosi-dade Seg/100 cc	Lisura Seg/50 cc	Maciez Seg/100 cc	Alongamento %
Soda	201	4.409	124	1,9	42	6,1	12	47	1,0
Soda/enxofre 26% 170° C	191	6.258	155	3,0	438	74	29	32	1,0
Soda/enxofre 26% 155° C	194	5.492	1.556	2,0	517	45	20	41	1,5

PASTAS ALVEJADAS

Pro-cessos	N.º do cozi-mento	Tipo de alveja-mentos	Auto ruptura m	Rasgo g Por 100g/m²	Estouro Kg cm² 100g/m²	Dobras Duplas N.º	Porosidade Seg/100cc	Lisura Seg/50 cc	Maciez Seg/100 cc	Alonga-mento %
Soda	201	CEHH	4.185	70	1,0	5	25	27	31	1,0
		CEDPD	5.356	113	2,5	212	57	37	29	1,3
Soda/en-xofre 26% 170° C	191	CEHH	3.252	96	0,0	4	Extremamente Impermeável	17	37	1,0
		CEDPD	5.039	96	2,0	105	Extremamente Impermeável	25	36	1,5
Soda/en-xofre 26% 155° C	194	CEHH	5.907	78	2,0	34	Extremamente Impermeável	19	25	1,1
		CEDPD	4.882	172	3,1	434	152	38	31	1,4

As quantidades de SO₂ livre e combinado nas lixívias residuais não chegam a serem significantes, que tornem as condições retidas para o tratamento proibitivas em termos de realização industrial.

As alvuras das pastas cruas foram superiores às dos processos Químico e Sêmico, com melhor resultado para a polpa do cozimento n.º 202.

Os N.ºs. de KMnO₄ foram altos e bem peculiares aos das pastas de alto rendimento.

De um modo geral os resultados das condições retidas, correspondentes ao n.º 203 foram superiores aos observados para as condições de tratamento n.º 202. Por outro lado, as pastas obtidas por este processo podem ser utilizadas eventualmente no estado "cru", uma vez que sob a forma alvejada se tornariam inconvenientes, em decorrência do considerável consumo de cloro que seria exigido na obtenção de u'a maior alvura.

TABELA N.º XIII

Resultados dos cozimentos monossulfite (SO_3Na_2 — CO_3Na_2) do *Pinus caribaea* — var. *hondurensis* da região de Santarém.

N.º de cozimento	Patamar	SO_3Na_2 %	CO_3Na_2 %	Rendimento		SO_2		Photovolt Alvura da pasta	Índice de KMnO_4 (80 cc)
				Bruto %	Depurado %	Livre g	Combinado g		
202	3h - 165° C	18	6	73,6	73,6	0,042	0,044	44	56
203		24	8	78,5	78,5	0,072	0,073	45	54

CLAREAMENTO DAS PASTAS DO PROCESSO MONOSSULFITE

As pastas de alto rendimento originárias do processo N.S.S.C. foram clareadas com peróxido de hidrogênio com adição crescente, a fim de verificar-se o comportamento evolutivo das alvuras frente a estes clareantes.

Os resultados estão na Tabela n.º XIV.

Relacionando-se o consumo de reagentes com as alvuras obtidas, observa-se que com 2% de H_2O_2 não houve alterações nas alvuras. Com 5% de clareantes ganhou-se em alvura a ordem de uma unidade para o tratamento com 24% de Na_2SO_3 e 8% de Na_2CO_3 , permanecendo o "Photovolt" da pasta do cozimento n.º 202

constante. Com 10% de peróxido aplicado os ganhos em alvura não foram relevantes em relação ao consumo de reagentes. Estas observações nos fornecem as seguintes conclusões:

- As pastas oferecem dificuldades de serem clareadas por este tipo de tratamento, principalmente a obtida com 18% Na_2SO_3 e 6% Na_2CO_3 ;
- No balanceamento dos ganhos em alvura e demanda de reagentes a melhor condição verificada foi a de 5% de H_2O_2 aplicado;
- O clareamento com 10% de H_2O_2 apresenta inconvenientes caracterizados pelo alto consumo de reagentes e baixos ganhos em alvura.

TABELA N.º XIV

Resultados dos clareamentos (H_2O_2) das pastas cruas dos cozimentos monossulfite do *Pinus caribaea* — var. *hondurensis*.

N.º de cozimento	1.º Ensaio: H_2O_2			2.º Ensaio: H_2O_2			3.º Ensaio: H_2O_2		
	H_2O_2 Int. %	H_2O_2 Cons. %	Protovolt Alvura da pasta	H_2O_2 Int. %	H_2O_2 Cons. %	Protovolt Alvura da pasta	H_2O_2 Int. %	H_2O_2 Cons. %	Protovolt Alvura da pasta
202	2,0	2,0	46	5,0	5,0	46	10,0	10,0	47
203	2,0	2,0	47	5,0	5,0	48	10,0	10,0	48

CARACTERÍSTICAS DAS PASTAS CRUAS E CLAREADAS DO PROCEDIMENTO MONOSULFITE

Os cavacos impregnados foram desfibrados em Desfibrador de Disco Sprout Waldron Mod — D2 — 202, Disco n.º 17.804, potência do motor 40 C.V. com afastamento dos discos de 30 medidas de polegadas. Não foi possível medir a energia de desfibragem, em decorrência da instrumentação não estar equipada no momento da realização do ensaio com o vatímetro necessário à mensuração.

As pastas desfibradas foram refinadas em moinho Bauer a 45° SR e para a obtenção dos corpos de prova e realização dos ensaios físico-mecânicos procedeu-se de maneira equiva-

lente aos efetuados para os estudos procedentes.

Os resultados dos ensaios estão nas Tabelas n.ºs. XV e XVI.

Tanto para as pastas cruas como para as polpas clareadas, os valores provenientes do tratamento n.º 203 foram mais promissores, caracterizados por um alto índice de rasgo, observado também no estudo químico e semiquímico.

No conjunto as características físico-mecânicas das pastas cruas e clareadas foram baixas, com exceção do rasgo, que dá perspectiva desta madeira ser utilizada na fabricação de pastas, visando a obtenção de papéis de embalagem de boa qualidade.

TABELA N.º XV

Características das pastas cruas dos cozimentos monosulfite do *Pinus caribaea* — var. *hondurensis* da região de Santarém. Resultados interpolados a 45° SR — Moagem no Bauer.

Equipamento	N.º de cozimento	Auto ruptura m	Rasgo g Por 100g/m ²	Estouro Kg/cm ² 100g/m ²	Dobras Duplas N.º	Porosidade Seg/100cc	Lisura Seg/50cc	Maciez seg/100cc	Alongamento %
Bauer	202	3.462	99	0	10	7,0	9,7	33	0,9
	203	3.889	100	0,7	25	217	9,0	21	0,8

TABELA N.º XVI

Características das pastas clareadas dos cozimentos monosulfite do *Pinus caribaea* — var. *hondurensis* da região de Santarém. Resultados interpolados a 45° SR — Moagem no Bauer.

Equipamento	N.º de cozimento	Processo de clareamento	Auto ruptura m	Rasgo g Por 100g/m ²	Estouro Kg/cm ² 100g/m ²	Dobras Duplas N.º	Porosidade Seg/100cc	Lisura Seg/50cc	Maciez seg/100cc	Alongamento %
Bauer	202	H ₂ O ₂	2.836	97	1,3	25	Extremamente Impermeável	8,0	35	0,7
	203		3.437	121	1,0	100	164	12	33	0,8

TRATAMENTO MECÂNICO

Na opinião de Vilars (1975) a pasta Mecânica é a "Gata Borralheira"⁽⁵⁾ da indústria de celulose e papel. Apresenta algumas vezes impurezas, que restam do seu processo de fabricação. É sensível aos raios solares, o que lhe confere pouca resistência, mesmo clarificada não atinge os níveis de alvura das pastas químicas branqueadas.

No plano comercial é a desconfiança dos compradores, os quais só apreciam as resistências e as alvuras das pastas nobres, mesmo se estas qualidades forem supérfluas, penalizando os fabricantes, quando suspeitam alguns traços de impurezas (IBID). Entretanto, sua grande vantagem é o seu procedimento de fabricação, que propicia a utilização quase total; da madeira a poluição é mínima, quando comparada com as celuloses obtidas por pro-

cesso químico; as suas instalações exigem pouco espaço e menos investimentos, podendo ser eventualmente integradas em qualquer unidade de fabricação. Os papéis por ela fornecidos possuem uniformidade na espessura, boa capacidade e estabilidade ao calor, conservando-se bem ao abrigo da luz; o seu preço de custo é incomparável em relação ao das outras pastas (cerca de 60% menos).

Considerando as idéias de Vilars, e o "deficit" crescente do país neste tipo de matéria-prima (ver quadro III) e a importância que os plantios artificiais de resinosos tropicais poderão significar em termos de suprimento para esta demanda insatisfeita, realizou-se ensaios com a amostra de *Pinus caribaea*, visando a obtenção de pastas triturada.

Assim procedendo, a madeira foi transformada em cavacos com dimensões aproximadas dos de palitos de fósforos, obtendo-se

QUADRO N.º III

Brasil — Balanço entre consumo e oferta para o mercado interno de pasta mecânica — 1974/80.

(Em 1.000 t)

ANOS	PASTA MECÂNICA		
	OFERTA	CONSUMO	SALDO
1974	174	378	— 204
1975	174	415	— 241
1976	174	445	— 271
1977	174	480	— 306
1978	181	530	— 349
1979	181	595	— 414
1980	181	630	— 549

FONTE: APFPC - CDI - BNDE - Programa Nacional de Celulose e Papel - Conselho de Desenvolvimento Econômico.

(5) — Personagem da literatura infantil.

cerca de 200 g do material por ensaio realizado. Em seguida os cavacos foram submersos em água por 12 horas e submetidos aos testes de fabricação em desfibrador Sprout Waldron, Mod. D2 — 202, Potência de desfibragem de 40 CV, Disco n.º 17.804. Inicialmente o equipamento operou com os discos afastados de 30 unidades de polegadas, para se obter os "Choucroutes"⁽⁶⁾.

Posteriormente, na obtenção das pastas, o afastamento dos discos foi da ordem de 5 unidades de polegadas. Com o mesmo afastamento procedeu-se o refino da pasta a uma consistência de 2,5%, com passagem sucessivas até a obtenção de um grau °SR superior a 50. Obteve-se folhas de ensaio com uma gramatura aproximada de 100 ± 20 g/m². para avaliação das resistências. Os resultados obtidos estão na Tabela N.º XVII.

As qualidades das resistências em termo de valores absolutos são inferiores aos apresentados pela madeira mais tradicional de fabricação de pasta mecânica a Epicea obtida industrialmente. Entretanto, vale realçar que com exceção do estouro e das dobras, cujas resistências foram nulas, os demais resultados são encorajantes, considerando-se que a fabricação deste tipo de pasta em laboratório é extremamente mais difícil do que em escala industrial, em decorrência da pequena quantidade de material que é utilizado. Por outro lado, os resultados obtidos correspondem a um grau de refino de 51 °SR, o que é pouco para uma pasta mecânica. Melhores resultados poderão ser atingidos à medida que se aumentar o grau de engorda da pasta. Como este ensaio foi uma primeira aproximação e que muito nos resta a pesquisar neste campo, pode-se considerar os resultados obtidos de um modo geral como satisfatório.



Fig. 10 — Sprout Waldron para obtenção de pasta mecânica. Foto: J. Romulo

(6) — Expressão francesa incorporada ao nosso linguajar técnico e significa madeira parcialmente triturada.

TABELA N.º XVII

Característica da pasta mecânica do *Pinus caribeeae* — Var. *hondurensis* da região de Santarém a 51º SR.

Essência	Auto ruptura m	Rasgo g Por 100g/m ²	Estouro Kg/cm ² 100g/m ²	Dobras Duplas N.º	Porosidade Seg/100cc	Lisura Seg/50 cc	Maciez Seg/100 cc	Alonga- mento	Photovolt Alvura da Pasta
<i>Pinus caribeeae</i> — madeira verde	2.897	15,0	0,0	0,0	Extremamente poroso	4,0	52,0	0,0	55

CONCLUSÃO

As pesquisas levadas a efeito, caracterizaram as diversas pastas de *Pinus caribeeae* Var. *hondurensis* na Amazônia, como susceptíveis de fornecerem papéis, se não de uma qualidade superior aos resinosos do hemisfério norte, porém comparáveis aos *Pinus* tropicais, que vem sendo utilizado em vários países em vias de desenvolvimento. Justificando, portanto, no ponto de vista papeleiro, os reflorestamentos que vêm sendo praticados em larga escala no país, prevêm a utilização desta matéria-prima em futuras realizações industriais, como essência papeleira de reflorestamento.

SUMMARY

Samples from of the *Hondurensis* variety of the *Caribeeae* Pine were studied from the pulp and paper Stand point. In this paper we present the Geographical distribution of tropical pine forestry, the utilization of this species as raw material for the pulp paper industry in some developing countries, as well as the results of the research in aspects of its utilization. Discription of collecting sites, characteristics of the experimental plantations, classification and micrometry of the Fibers, qualities of the chemical, semichemical, chemimechanical of the pulps, bleaching, semibleaching and anbleaching pulps and the results of some processes are presented. Conclusions were not similar to that of Pines of the Northern Hemisphere, yet the quality of the pulp this wood suggests that this pine is an interesting species for tropical Paper marker's reforesting programs.

BIBLIOGRAFIA CITADA

CHANG, WONG WING ET ALII

1973 — An exploratory of the suitability of *Pinus Caribeeae* for the production of dissolving pulps. *Bul. - Tropical Products Institute*, (L28) : 1-13.

CLARK, V. D' A

1962 — Effects of Fiber coarsenss and lenth. I — Bulk, Burst, Fold and Tensive Tests *TAPPI*, (8) : 45.

DUBOIS, R.

1966 — Une graude usine de pâte a papier on Afrique *Bois et forêts des tropiques*, Nogent-sur-Marne, (107) : 49-59.

DUBOIS, V. L. C.

1971 — Silvicultural Researcel in the Amazon-FO: SF/Bra 4 — Technical Report 3 — United Nations Development Programme. Rome. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

HOLDRIGE, LESLIE R.

1956 — Middle America, in a World geography of foust ressources. New York — The Ronald press Company, 183 : 200.

1970 — Organization de las Naciones Unidas para a agricultura y la alimentacion *Boletim forestal y de industrias forestales para a America Latina*. Abril/junio, 1970 — Lasilla 10095 — Santiago do Chile.

PETROFF, G. ET ALII

- 1968 — **Caractéristiques papetières de quelques essences tropicales de reboisement.** Nogent-sur-Marne — Centre Technique Forestier Tropical, 3 : 174, 156, 174.

PALMER, E. R. ET ALII

- 1969 — The pulping characteristics of *Pinus Caribeae* from Trinidad. **Bul. Tropical Products Institute**, (15) : 1-49.
- 1970 — The pulping of *Pinus Caribeae* Var. *Bahamensis* from great abaco Island, Bahamas. **Bul. Tropical Products Institute**, (L 23) : 1-32.
- 1971 — The pulping characteristics of *Pinus Caribeae* from Seaqaqa, Fiji. **Bul. Tropical Products Institute**, (L 24) : 1-23. Pulping characteristics of nine — year old *Pinus Caribeae* from Sabah. **Bul. Tropical Products Institute**, 37 p.
- 1972 — The pulping characteristics of *Pinus Caribeae* from the in Growing areas in Fiji, 1971. **Bul. Tropical Products Institute**, (L 27) : 1-60.
- 1973 — Pulping characteristics of threes of *Pinus Caribeae* With diferent denrities grown in Jamaica. **Bul. Tropical Products Institute**, (L 30) : 1-23.

- 1974 — Pulping qualities of plantation grown *Pinus patula* and *Pinus elliotii* from Malawi. **Bul. Tropical Products Institute**, (L 37) : 1-31.

SEWANDONO, R.

- 1956 — Southeast Asia in a World geography of forest resources, 491 : 517 — New York — The Ronald press Company.

TISSOT, M.

- 1968 — Caractéristique papetière de quelques pins introduits en Afrique et a Madagascar. **Bois et forêts des tropiques**, Nogent-sur-Marne, (118) : 41-57.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME

FAO n° SIS — 14

- 1974 — The Technical and Economic Appraisal of au Export Marret pulp industry or Export Clip Industry. Rome. **Report to the Government of Surinam — Food Agriculture Organization of the United Nations.**

VILARS, V.

- 1975 — La pâte mécanique : Ceudrillon Papetière. **Papier Carton & Cellulose**, (6) : 60-64.